

**PCT**  
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
 Internationales Büro  
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



<p>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> :  <b>G02B 7/02, 26/06, G03F 7/20</b></p>	<b>A3</b>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 99/67683</b></p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 29. Dezember 1999 (29.12.99)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/04246</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 18. Juni 1999 (18.06.99)</p> <p>(30) Prioritätsdaten:          198 27 603.6      20. Juni 1998 (20.06.98)      DE</p> <p>(71) Anmelder (nur für AT BE CH CY DE DK ES FI FR GR IT KR LU MC NL PT SE): CARL ZEISS [DE/DE]; D-73446 Oberkochen (DE).</p> <p>(71) Anmelder (nur für GB IE JP): CARL ZEISS STIFTUNG trading as CARL ZEISS [DE/DE]; D-89518 Heidenheim (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und</p> <p>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): GABER, Erwin [DE/DE]; Osterholzstrasse 85, D-89522 Heidenheim (DE). WAGNER, Christian [DE/DE]; Mährenstrasse 9, D-73431 Aalen (DE). HOLDERER, Hubert [DE/DE]; Gräfinstrasse 6, D-89551 Königsbrunn (DE). GERHARD, Michael [DE/DE]; Bühlstrasse 4, D-73432 Aalen (DE). MERZ, Erich [DE/DE]; Baintstrasse 1, D-73457 Essingen (DE). BECKER, Jochen [DE/DE]; Junoweg 10, D-73447 Oberkochen (DE). SCHEIBERLICH, Arie, Cornelis</p>	<p>[NL/NL]; Provincialeweg 38, NL-5503 HG Veldhoven (NL).</p> <p>(74) Anwälte: OSTERTAG, Ulrich usw.; Eibenweg 10, D-70597 Stuttgart (DE).</p> <p>(81) Bestimmungsstaaten: JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p><b>Veröffentlicht</b>          Mit internationalem Recherchenbericht.          Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</p> <p>(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen Recherchenberichts: 20. April 2000 (20.04.00)</p>	
<p>(54) Title: OPTICAL SYSTEM, ESPECIALLY A PROJECTION LIGHT FACILITY FOR MICROLITHOGRAPHY</p> <p>(54) Bezeichnung: OPTISCHES SYSTEM, INSBESONDERE PROJEKTIONS-BELICHTUNGSANLAGE DER MIKROLITHOGRAPHIE</p> <p>(57) Abstract</p> <p>The invention relates to an optical system, especially a projection light facility for microlithography, especially with an image field shaped as a slit or with non rotational symmetry illumination, comprising an optical element (1), especially a lens or a mirror, which is arranged in a mount (2) and actuators (3) which engage with the optical element (1) at least nearly perpendicular to the optical axis. The actuators (3) effect non rotational symmetric forces and/or moments deviating from the radial lines in the optical element (1) to generate deformations with substantially no changes in thickness. Image errors arising as a result of asymmetric heating of the optical system are compensated for by deformation of the optical element.</p> <p>(57) Zusammenfassung</p> <p>Ein optisches System, insbesondere eine Projektions-Belichtungsanlage der Mikrolithographie, insbesondere mit schlitzförmigem Bildfeld oder nicht rotationssymmetrischer Beleuchtung, weist ein optisches Element (1), insbesondere eine Linse oder einen Spiegel, das in einer Fassung (2) angeordnet ist, und Aktuatoren (3) auf, die an dem optischen Element (1) wenigstens annähernd senkrecht zur optischen Achse angreifen. Die Aktuatoren (3) bewirken nicht rotationssymmetrische und von der Radialen abweichende Kräfte und/oder Momente an dem optischen Element (1) zur Erzeugung von im wesentlichen ohne Dickenänderungen sich ergebende Verbiegungen. Bildfehler, die durch die asymmetrische Erwärmung der Optik entstehen, werden durch die Verbiegung des optischen Elements kompensiert.</p>		

# LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland		Republik Mazedonien	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		Amerika
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun		Korea	PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/EP 99/04246

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 : G02B7/02 G02B26/06 G03F7/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 : G02B G03F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 993 823 A (SCHAFER JR WILLIAM E et al) 19 February 1991 (19.02.91) abstract column 3, line 62 – last line ; figure 2A	1, 3-5
X	WO 96 13741 A (ULTRATECH STEPPER INC) 09 May 1996 (09.05.96) page 12, line 10 – page 13, line 33 ; figures 4, 5 page 15, line 24 – page 17, line 8 ; figures 9, 10	1, 2, 4
X	DE 34 04 063 A (CANON KK) 09 August 1984 (09.08.84) page 5, paragraph 1 page 19, line 23 – page 20, line 26 ; figure 13	1



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
18 October 1999 (18.10.99)Date of mailing of the international search report  
21 February 2000 (21.02.00)Name and mailing address of the ISA/  
European Patent Office

Authorized officer

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/EP 99/04246

C. (Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 226 507 A (FUSCHETTO ANTHONY N) 07 October 1980 (07.10.80) the whole document	1-6
X	US 4 492 431 A (EITEL FREDERICK G et al) 08 January 1985 (08.01.85)	1
A	abstract; figure 1	11
A	EP 0 678 768 A (CANON KK) 25 October 1995 (25.10.95) cited in the application figures 1, 2 column 12, line 13 - line 20 column 13, line 54 - column 14, line 10; figure 11 claims 1, 7	1
A	US 4 155 631 A (BORSARE EDWARD C et al) 22 May 1979 (22.05.79) claim 1; figures 3A, B	1-4, 10
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 199, no. 806, 30 April 1998 (30.04.98) & JP 10 039208 A (NIKON CORP), 13 February 1998 (13.02.98) abstract	1
P, A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 199, no. 905, 31 May 1999 (31.05.99) & JP 11 044834 A (CANON INC), 16 February 1999 (16.02.99) abstract	1, 11

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International Application No  
PCT/EP 99/04246

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4993823 A	19-02-1991	NONE	
WO 9613741 A	09-05-1996	US 5557469 A EP 0788612 A JP 10509561 T	17-09-1996 13-08-1997 14-09-1998
DE 3404063 A	09-08-1984	JP 1807810 C JP 5009934 B JP 59144127 A GB 2138163 A, B	10-12-1993 08-02-1993 18-08-1984 17-10-1984
US 4226507 A	07-10-1980	NONE	
US 4492431 A	08-01-1985	NONE	
EP 0678768 A	25-10-1995	JP 8008178 A US 5805273 A	12-01-1996 08-09-1998
US 4155631 A	22-05-1979	NONE	
JP 10039208 A	13-02-1998	NONE	
JP 11044834 A	16-02-1999	NONE	

PCT/EP 99/04246

Formosa PCT/SA/210 (Blad 2) (Jul 1982)

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/04246

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 226 507 A (FUSCHETTO ANTHONY N) 7. Oktober 1980 (1980-10-07) das ganze Dokument	1-6
X	US 4 492 431 A (EITEL FREDERICK G ET AL) 8. Januar 1985 (1985-01-08)	1
A	Zusammenfassung; Abbildung 1	11
A	EP 0 678 768 A (CANON KK) 25. Oktober 1995 (1995-10-25) in der Anmeldung erwähnt Abbildungen 1,2 Spalte 12, Zeile 13 - Zeile 20 Spalte 13, Zeile 54 -Spalte 14, Zeile 10; Abbildung 11 Ansprüche 1,7	1
A	US 4 155 631 A (BORSARE EDWARD C ET AL) 22. Mai 1979 (1979-05-22) Anspruch 1; Abbildungen 3A,B	1-4,10
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 199, no. 806, 30. April 1998 (1998-04-30) & JP 10 039208 A (NIKON CORP), 13. Februar 1998 (1998-02-13) Zusammenfassung	1
P,A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 199, no. 905, 31. Mai 1999 (1999-05-31) & JP 11 044834 A (CANON INC), 16. Februar 1999 (1999-02-16) Zusammenfassung	1,11

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/04246

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4993823	A	19-02-1991	KEINE	
WO 9613741	A	09-05-1996	US 5557469 A EP 0788612 A JP 10509561 T	17-09-1996 13-08-1997 14-09-1998
DE 3404063	A	09-08-1984	JP 1807810 C JP 5009934 B JP 59144127 A GB 2138163 A,B	10-12-1993 08-02-1993 18-08-1984 17-10-1984
US 4226507	A	07-10-1980	KEINE	
US 4492431	A	08-01-1985	KEINE	
EP 0678768	A	25-10-1995	JP 8008178 A US 5805273 A	12-01-1996 08-09-1998
US 4155631	A	22-05-1979	KEINE	
JP 10039208	A	13-02-1998	KEINE	
JP 11044834	A	16-02-1999	KEINE	



**PCT**  
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
 Internationales Büro  
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



<p>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> : <b>G03F 7/00</b></p>	<p><b>A2</b></p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 99/67683</b></p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 29. Dezember 1999 (29.12.99)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/04246</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 18. Juni 1999 (18.06.99)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 198 27 603.6      20. Juni 1998 (20.06.98)      <b>DE</b></p> <p>(71) Anmelder (nur für AT BE CH CY DE DK ES FI FR GR IT KR LU MC NL PT SE): CARL ZEISS [DE/DE]; D-73446 Oberkochen (DE).</p> <p>(71) Anmelder (nur für GB IE JP): CARL ZEISS STIFTUNG trading as CARL ZEISS [DE/DE]; D-89518 Heidenheim (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und</p> <p>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): GABER, Erwin [DE/DE]; Osterholzstrasse 85, D-89522 Heidenheim (DE). WAGNER, Christian [DE/DE]; Mährenstrasse 9, D-73431 Aalen (DE). HOLDERER, Hubert [DE/DE]; Gräfinstrasse 6, D-89551 Königsbronn (DE). GERHARD, Michael [DE/DE]; Bühlstrasse 4, D-73432 Aalen (DE). MERZ, Erich [DE/DE]; Baidtstrasse 1, D-73457 Essingen (DE). BECKER, Jochen [DE/DE]; Junoweg 10, D-73447 Oberkochen (DE). SCHEIBERLICH, Arie, Cormelis</p>		<p>[NL/NL]; Provincialeweg 38, NL-5503 HG Veldhoven (NL).</p> <p>(74) Anwälte: OSTERTAG, Ulrich usw.; Eibenweg 10, D-70597 Stuttgart (DE).</p> <p>(81) Bestimmungsstaaten: JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p><b>Veröffentlicht</b>  <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i></p>
<p>(54) Title: OPTICAL SYSTEM, ESPECIALLY A PROJECTION LIGHT FACILITY FOR MICROLITHOGRAPHY</p> <p>(54) Bezeichnung: OPTISCHES SYSTEM, INSBESONDERE PROJEKTIONS-BELICHTUNGSANLAGE DER MIKROLITHOGRAPHIE</p> <p>(57) Abstract</p> <p>The invention relates to an optical system, especially a projection light facility for microlithography, especially with an image field shaped as a slit or with non rotational symmetry illumination, comprising an optical element (1), especially a lens or a mirror, which is arranged in a mount (2) and actuators (3) which engage with the optical element (1) at least nearly perpendicular to the optical axis. The actuators (3) effect non rotational symmetric forces and/or moments deviating from the radial lines in the optical element (1) to generate curvatures with substantially no changes in thickness.</p> <p>(57) Zusammenfassung</p> <p>Ein optisches System, insbesondere eine Projektions-Belichtungsanlage der Mikrolithographie, insbesondere mit schlitzförmigem Bildfeld oder nicht rotationssymmetrischer Beleuchtung, weist ein optisches Element (1), insbesondere eine Linse oder einen Spiegel, das in einer Fassung (2) angeordnet ist, und Aktuatoren (3) auf, die an dem optischen Element (1) wenigstens annähernd senkrecht zur optischen Achse angreifen. Die Aktuatoren (3) bewirken nicht rotationssymmetrische und von der Radialen abweichende Kräfte und/oder Momente an dem optischen Element (1) zur Erzeugung von im wesentlichen ohne Dickenänderungen sich ergebende Verbiegungen.</p>		

Optisches System, insbesondere Projektions-  
Belichtungsanlage der Mikrolithographie

05

=====

Die Erfindung betrifft ein optisches System, insbesondere Projektions-Belichtungsanlage, der Mikrolithographie, insbesondere mit schlitzförmigem Bildfeld oder nicht rotationssymmetrischer Beleuchtung, das ein optisches Element, insbesondere eine Linse oder einen Spiegel, das in einer Fassung angeordnet ist, und Aktuatoren aufweist, die an einem Teil der Fassung und/oder an dem optischen Element angreifen.

Ein optisches System der eingangs genannten Art ist in der EP 0 678 768 A2 beschrieben. Dabei werden Step- und Scan-Prozesse eingesetzt, bei denen von einer Maske nur ein schmaler, schlitzförmiger Streifen auf einen Wafer übertragen wird. Um das gesamte Feld zu belichten, werden dabei ein Reticle und der Wafer seitlich verschoben (Scanning).

Nachteilig dabei ist jedoch, daß durch diese Schlitzgeometrie vor allem auf den wafernahen Linsen ein rotationsunsymmetrischer Beleuchtungsabdruck entsteht. Dies bedeutet, daß die durch die zwangsläufige Linsenerwärmung entstehende Temperaturverteilung auf der Linse ebenfalls rotationsunsymmetrisch ist und deshalb über den linearen Zusammenhang Brechzahl-Temperatur und thermische Ausdehnung zu Bildfehlern, wie z.B. Astigmatismus, auf der optischen Achse führt.

In der 193nm-Lithographie führt die Durchsetzung der

BESTÄTIGUNGSKOPIE

anlage der Mikrolithographie beschrieben, bei der die  
Objektive mit Korrektur-elementen versehen sind. Hierzu  
ist unter anderem ein Linsenpaar vorgesehen, das um  
die optische Achse drehbar ist. Dabei wird die Brechkraft  
05 durch die Form der Linse durch Überlagern einer zylindrischen Meniskus-Form über eine sphärische Linse geändert.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde,  
10 ein optisches System der eingangs erwähnten Art zu schaffen, bei welchem die durch die ungleichmäßige Temperaturverteilung im System zwangsläufig auftretenden Bildfehler mit einfachen Mitteln korrigiert bzw. minimiert werden können.

15 Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die im kennzeichnenden Teil von Anspruch 1 genannten Merkmale gelöst.

Im Unterschied zum Stand der Technik werden nicht lediglich Druckkräfte erzeugt, die lediglich eine asymmetrische Dickenänderung ergeben, sondern durch die erzeugten  
20 Schubkräfte bzw. Torsion wird eine Durchbiegung des

optischen Elementes, wie z.B. einer Linse, erzielt, die dabei so gewählt wird, daß die zwangsläufig auftretenden

25 Bildfehler weitestgehend kompensiert werden. Mit den erfindungsgemäßen Aktuatoren kann ein optisches Element, wie z.B. eine Linse, gezielt um einige 100 nm bis  $\mu\text{m}$ , deformiert werden. Auf diese Weise läßt sich beispielsweise eine Kompensation von Astigmatismus  $r^2$   
30 und  $r^4$  erreichen.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren lassen sich die gewünschten Temperaturverteilungen mit einfachen Maßnahmen rasch und zuverlässig erreichen. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn nur bestimmte Bildfehler,

Von Vorteil ist es auch, daß es - in Abhängigkeit von der Anordnung und Anzahl der Aktuatoren - darüber hinaus möglich ist, andere Deformationen des optischen Elementes 05 zu erzeugen.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und aus den nachfolgend anhand der Zeichnung prinzipmäßig beschriebenen Ausführungsbeispielen 10.

Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Draufsicht auf ein optisches Element mit erfindungsgemäßen Aktuatoren; 15

Figur 2 einen Schnitt nach der Linie II-II der Figur 1;

Figur 3 ein zweites Ausführungsbeispiel für ein optisches Element mit erfindungsgemäßen Aktuatoren; 20

Figur 4 einen Schnitt nach der Linie IV-IV der Figur 3;

Figur 5 ein drittes Ausführungsbeispiel für ein optisches Element mit erfindungsgemäßen Aktuatoren; 25

Figur 6 einen Schnitt nach der Linie VI-VI der Figur 5;

Figur 7 einen Schnitt, ähnlich den Schnitten in den Figuren 2, 4 und 6 durch ein viertes Ausführungsbeispiel für ein optisches Element mit erfindungsgemäßen Aktuatoren; 30

Figur 8 einen Halbschnitt durch ein fünftes Ausführungsbeispiel für ein optisches Element mit erfin- 35

gung der Linse 1 führt.

Die Figuren 3 und 4 zeigen einen Rahmen 5, wobei ebenfalls wie beim Ausführungsbeispiel nach den Figuren 1 und 2 ein Moment in einen deformierbaren Fassungsring 2 eingeleitet wird. Wie insbesondere aus der Figur 4 ersichtlich ist, liegen dabei der Rahmen 5 und der Fassungsring 2 teilweise parallel zur optischen Achse hintereinander, weshalb in diesem Falle auch die beiden sich gegenüberliegenden Aktuatoren 3 mit ihren Längsachsen parallel zur optischen Achse liegen und auf diese Weise ebenfalls parallel zur optischen Achse gerichtete Kräfte erzeugen können. Um jeweils 90° versetzt zu den Aktuatoren 3 sind nicht näher dargestellte Fixierungs- bzw. Klemmstellen 4 zur Verbindung des Rahmens 5 mit dem Fassungsring 2 vorgesehen. Im Unterschied zu dem Ausführungsbeispiel nach den Figuren 1 und 2 wird dabei der Fassungsring 2 an zwei gegenüberliegenden Stellen am Rahmen 5 festgehalten und an den um 90° gedreht liegenden Stellen entlang der optischen Achse verbogen.

Das in den Figuren 5 und 6 dargestellte Ausführungsbeispiel führt zu keiner Verschiebung entlang der optischen Achse, da hier gleichzeitig an zwei gegenüberliegenden Stellen nach unten und jeweils um 90° versetzt dazu nach oben durch die entsprechend angeordneten Aktuatoren 3 gedrückt wird. Wie ersichtlich, erzeugen dabei wie beim Ausführungsbeispiel nach den Figuren 3 und 4 z.B. horizontal sich gegenüberliegende Aktuatoren nach unten gerichtete Biegemomente, während die vertikal sich gegenüberliegenden Aktuatoren 3 nach oben gerichtete Biegemomente an der Linse 1 erzeugen. Die Verbindung zwischen Fassungsring 2 und Rahmen 5 erfolgt durch vier Gelenke 4,

zwei diametral gegenüberliegenden Stellen, mit zylindrischen Aufnahmeöffnungen 14 versehen, die über eine Durchgangsbohrung 15 kleineren Durchmessers mit der Oberseite des Aktuatorenhalters 11 in Verbindung steht. Auf diese Weise entsteht zwischen der Aufnahmeöffnung 14 und der Durchgangsbohrung 15 eine ringförmige Schulter 16.

In jeder Aufnahmeöffnung 14 befindet sich ein pneumatischer Balg 3, der in diesem Ausführungsbeispiel als Aktuator dient. Die Unterseite dieses Balges 3 liegt an dem ringförmigen Flansch 10 des deformierbaren Fassungsringes 2 an; eine ringförmige obere Stirnfläche des Balges 3 liegt an der Stufe 16 zwischen Aufnahmeöffnung 14 und Durchgangsbohrung 15 des Aktuatorenhalters 11 an. Ein winkelförmiger Anschluß 17 für den Balg 3 ist durch die Durchgangsöffnung 16 hindurchgeführt und steht mit einem Schlauch 18 in Verbindung, über den unter Druck stehendes Gas zugeführt wird.

Die Druckregelung des Gases kann auf unterschiedliche Weise erfolgen.

Im einfachsten Fall ist direkt am Regelventil (nicht dargestellt) und/oder an dem Fassungsring 2 ein einfacher Gasdrucksensor angebracht, der eine Rückmeldung über den tatsächlich erreichten Gasdruck im Balg 3 an die Steuerung gibt. Alternativ kann am Fassungsring 2 ein Wegsensor (nicht dargestellt) angebracht werden, der die tatsächliche Verbiegung des Fassungsringes 2 feststellt und entsprechend an die Steuerung meldet. Dieser Wegsensor kann beispielsweise kapazitiv arbeiten.

Sowohl die Gasdruckregelung über den Gasdrucksensor als auch die Wegmessung über den Wegsensor können durch

Die Verwendung pneumatisch betätigter Bälge 3 als Aktuatoren hat gegenüber den Ausführungsbeispielen, die weiter oben beschrieben worden sind, den Vorteil, eines einfachen mechanischen Prinzips, das keine Führungen benötigt  
05 und daher weitgehend reibungs- und verschleißfrei ist, sowie den Vorteil einer hohen Verstellgeschwindigkeit.

Mit den vorstehend beschriebenen Aktuatoren ist es möglich, Linsen 1 zu einer Fassung so zu deformieren, daß  
10 Abbildungsfehler von Oberflächenfehlern anderer Linsen kompensiert werden können. Dies bedeutet, es wird an einer oder an einigen Linsen 1 eine "Überkompensation" durchgeführt. Damit wird die Abbildungsqualität des gesamten Objektivs verbessert. Außerdem können Änderungen  
15 der Brechung durch Compaction bei Quarz oder durch Erwärmung der Linse im Betrieb so kompensiert werden, daß die optische Qualität über die gesamte Lebensdauer des Objektivs gewährleistet wird.

Im allgemeinen wird man eine Linse 8 im oberen Drittel  
20 des Objektivs für eine Deformation verwenden, bei der das Verhältnis von Büscheldurchmesser des Lichtbündels zu Linsendurchmesser das richtige Verhältnis von Verzeichnungs- zu Astigmatismuswirkung liefert. Außerdem ist  
25 der Feldverlauf über den Büscheldurchmesser zu manipulieren. Für eine Linse im Blendenraum ergibt sich ein Astigmatismus, der über das Bildfeld konstant ist, und keine Verzeichnungswirkung. Für eine Linse sehr nahe am Reticle ergibt sich ein Verzeichnungsanamorphismus,  
30 aber nur eine sehr geringe Astigmatismuswirkung.

Die Aktuatoren, insbesondere die Piezos sowie die pneumatischen Bälge, können mit einem Getriebe, z.B. Linear- oder Hebelgetriebe, für Unter- oder Übersetzungen versehen werden. Hierzu kann man in vorteilhafter Weise Fest-

## Patentansprüche

=====

05

1. Optisches System, insbesondere Projektions-Belichtungsanlage der Mikrolithographie, insbesondere mit schlitzförmigem Bildfeld oder nicht rotationssymmetrischer Beleuchtung, das ein optisches Element, insbesondere eine Linse oder einen Spiegel, das in einer Fassung angeordnet ist, und Aktuatoren aufweist, die an dem optischen Element und/oder der Fassung angreifen,

15 dadurch gekennzeichnet, daß die Aktuatoren (3) nicht rotationssymmetrische und von der Radialen abweichende Kräfte und/oder Momente an dem optischen Element (1) zur Erzeugung von im wesentlichen ohne Dickenänderungen sich ergebenden Verbiegungen bewirken.

20

2. Optisches System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Aktuatoren (3) an der deformierbaren Fassung (2) des optischen Elements (1) derart angreifen, daß die Fassung (2) Schubkräfte und/oder

25 Biegemomente an dem optischen Element (1) erzeugt.

3. Optisches System nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens zwei Aktuatoren (3) sich gegenüberliegend vorgesehen sind.

30

4. Optisches System nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Aktuatoren (3) hydraulisch, mechanisch oder elektrisch betätigte Stellglieder aufweisen.

35



Aktuatoren (3) mit pneumatischen Bälgen versehen sind, die direkt oder über Zwischenglieder an dem optischen Element angreifen.

2/4

FIG. 3

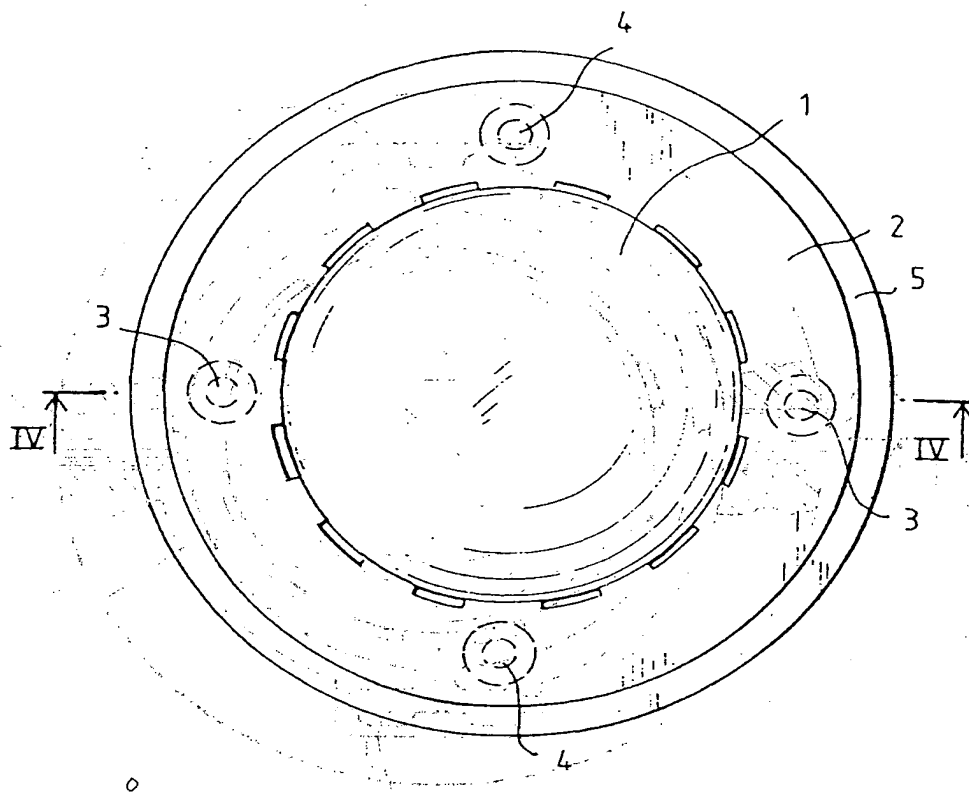


FIG. 4

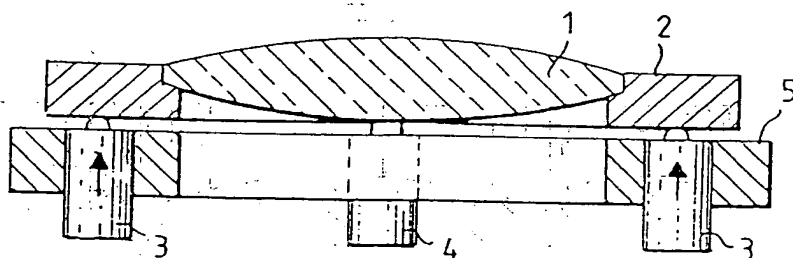


FIG. 8

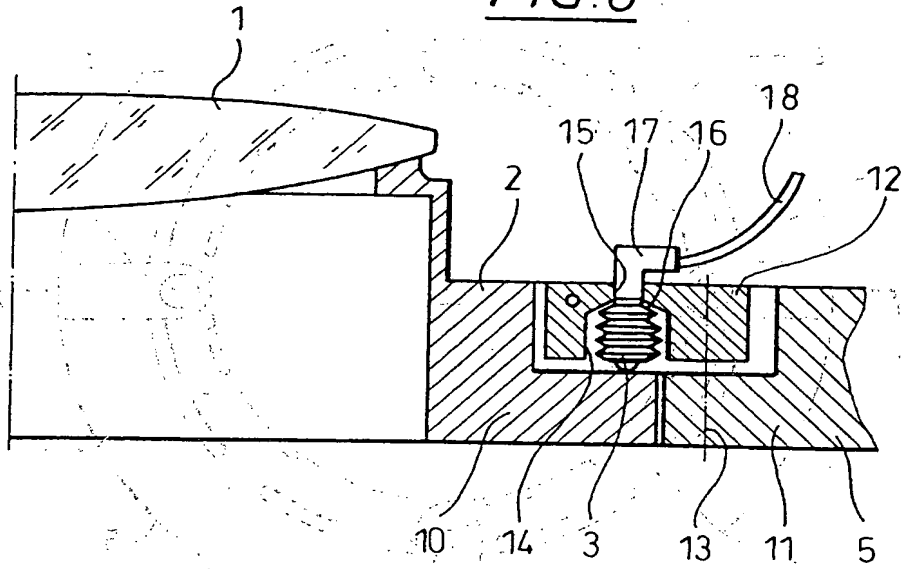
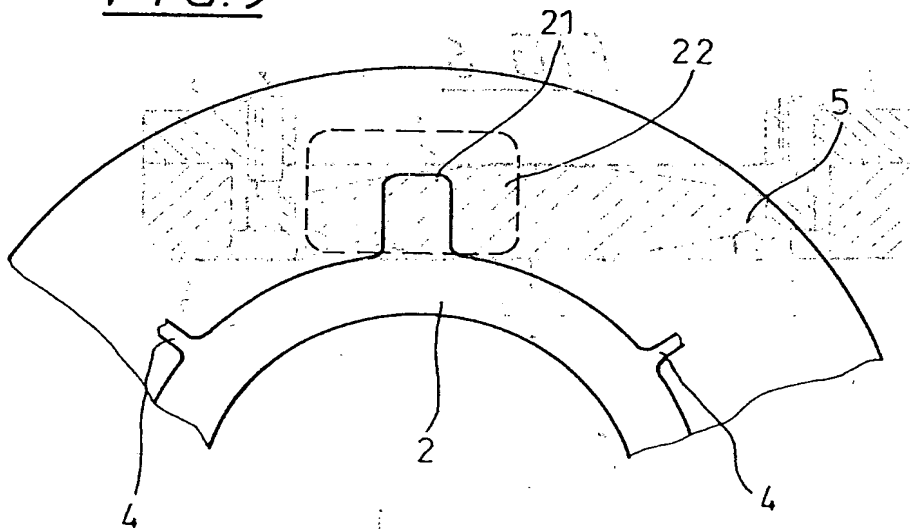


FIG. 9



ERSATZBLATT (REGEL 26)